

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung DE 101 47 792.9 über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 47 792.9

**Anmeldetag:** 27. September 2001

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Ventil, insbesondere Kraftstoffeinspritzventil

**IPC:** F 02 M, F 15 B

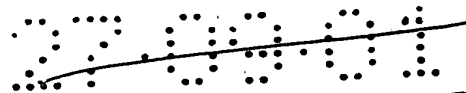
Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. April 2006  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'H. H. H.' or similar, written over a horizontal line.

H. H. H.

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT



## Zusammenfassung

## Ventil, insbesondere Kraftstoffeinspritzventil

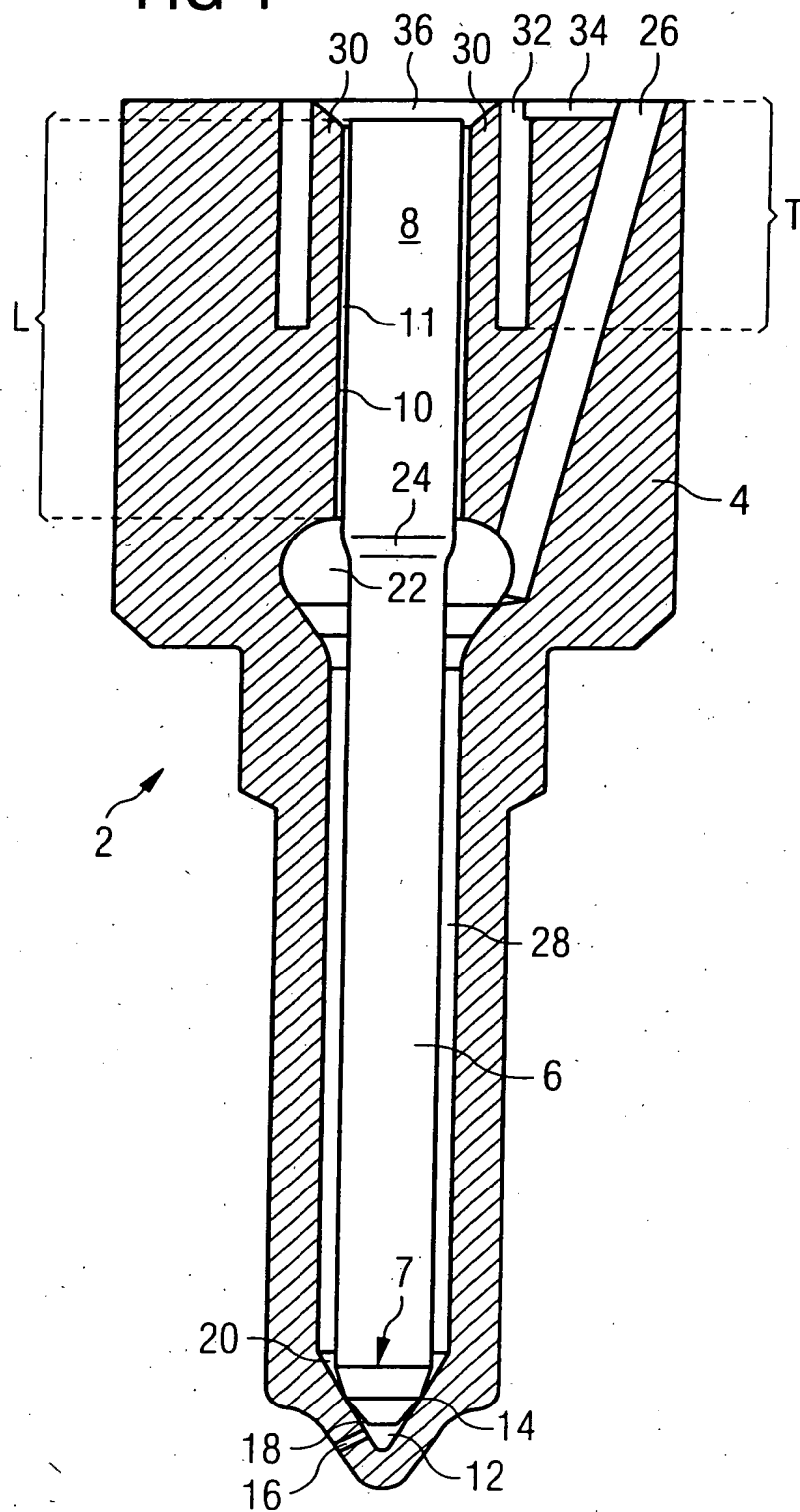
- 5 Die Erfindung betrifft ein Ventil, insbesondere ein Kraftstoffeinspritzventil für ein Hochdruckspeichereinspritzsystem einer Brennkraftmaschine, das einen Ventilkörper (4) mit einem Ventilkörpersitz (20) und eine in dem Ventilkörper innerhalb einer stationären kreiszylinderförmigen Führungsfläche (10) über eine Führungslänge (L) geführte Ventalnadel (6) mit einem Ventilnadelsitz (18) zur Steuerung einer Düsenöffnung (16) aufweist.

- 15 Es ist vorgesehen, dass im Ventilkörper (4) ein unter Hochdruck stehendes Druckreservoir in Gestalt einer koaxial zur Führungsfläche (10) angeordneten Ringnut (32) vorgesehen ist.

20 [Figur 1]

1/2

FIG 1



## Beschreibung

Ventil, insbesondere Kraftstoffeinspritzventil

- 5 Die Erfindung betrifft ein Ventil, insbesondere ein Kraftstoffeinspritzventil für ein Hochdruckspeichereinspritzsystem einer Brennkraftmaschine.

Bei herkömmlichen Kraftstoffinjektoren für Einspritzanlagen  
10 von Brennkraftmaschinen erfolgt die Steuerung der Kraftstoffeinspritzung typischerweise mittels einer Ventilnadel, die in einem Ventilkörper eines Einspritzventils dichtend geführt und verschiebbar angeordnet ist. Die Ventilnadel weist an ihrer Spitze einen Ventilnadelsitz auf, der zusammen mit einem  
15 Ventilkörpersitz des Ventilkörpers wenigstens eine Düsenöffnung zum Brennraum der Brennkraftmaschine öffnet oder schließt. Die wenigstens eine Düsenöffnung ist typischerweise im Bereich des Ventilkörpersitzes angeordnet.

- 20 Die Dichtkanten- und passungen im Kraftstoffinjektor unterliegen bei den herrschenden Drücken einer erheblichen mechanischen Belastung, die zudem im Betrieb stark schwankt. Die Dichtigkeit des Einspritzventils ist jedoch gerade bei Common-Rail-Systemen besonders wichtig, da diese im Gegensatz  
25 zur periodischen Einspritzung herkömmlicher Systeme permanent unter dem jeweiligen Systemdruck stehen, so dass Undichtigkeiten zu einer Dauereinspritzung führen können.

- Zwischen Düsenkörper und axial beweglicher Düsennadel kann  
30 eine Dichtung zwischen Druckraum und Leckageraum nur mittels eines Dichtspaltes erfolgen, da jede Art von herkömmlichen elastischen Dichtungen den hohen Druckbelastungen auf Dauer nicht standhalten könnten. Der Dichtspalt muss sehr exakt gefertigt sein, um auch bei schwankenden Temperaturen mit den  
35 daraus resultierenden Materialdehnungen jederzeit eine reibungsarme Führung der Ventilnadel und dabei gleichzeitig eine möglichst gute Dichtwirkung gewährleisten zu können.

Eine zusätzliche Problematik entsteht dadurch, dass beim Common-Rail-Injektor zusätzlich zur Ventilnadel des Einspritzventils ein Ventilsteuerkolben zur Steuerung der Ventilnadel vorhanden ist, der ebenso mittels einer Spaltdichtung gegenüber einem Leckageraum abgedichtet ist. Aus konstant hohem Druck auf mehrere Spaltdichtungen resultiert eine relativ große Leckagemenge, die sich negativ auf den Gesamtwirkungsgrad des Systems auswirkt. Eine Möglichkeit zur Vermeidung dieser Leckage besteht darin, das Führungsspiel auf einen geringen Wert von 1,5 bis 2,5  $\mu\text{m}$  zwischen Ventilnadel und Ventilkörper zu reduzieren. Eine weitere Maßnahme besteht in der Beschichtung der Nadel im Bereich ihrer Führung, beispielsweise in Form von Kohlenstoffbeschichtungen. Auch eine möglichst große Führungslänge ( $> 10 \text{ mm}$ ) der Ventilnadel kann die Leckage reduzieren. Das Führungsspiel ist jedoch durch Fertigungsgrenzen und durch Erfordernisse der Schmierung und die Führungslänge durch die maximalen Abmessungen des Injektors begrenzt.

20

Ein Ziel der Erfindung besteht darin, die Leckage eines Kraftstoffeinspritzventils eines Hochdruckspeichereinspritzsystems zu minimieren.

25

Dieses Ziel der Erfindung wird mit einem Kraftstoffeinspritzventil gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 gelöst. Merkmale vorteilhafter Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

30

Bei einem Ventil, insbesondere einem Kraftstoffeinspritzventil für ein Hochdruckspeichereinspritzsystem einer Brennkraftmaschine, ist ein Ventilkörper mit einem Ventilkörpersitz sowie eine in dem Ventilkörper innerhalb einer stationären kreiszylinderförmigen Führungsfläche über eine Führungslänge geführte Ventilnadel mit einem Ventilnadelsitz zur Steuerung einer Düsenöffnung vorgesehen. Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, dass im Ventilkörper ein unter Hoch-

35

druck stehendes Druckreservoir in Gestalt einer koaxial zur Führungsfläche angeordnetem Ringnut vorhanden ist.

5 Dieses erfindungsgemäße Ventil weist den Vorteil einer verringerten Leakage zwischen Führungsfläche im Ventilkörper und Ventilnadelführung auf, da das unter Hochdruck stehende Druckreservoir in Gestalt der Ringnut eine elastische Verformung der Führungsfläche des Ventilkörpers in Richtung zur Ventilnadelführung hin bewirkt. Diese elastische Verformung  
10 verringert den Dichtspalt zwischen Ventilnadelführung und Führungsfläche auf ein Minimum und sorgt auf diese Weise für eine deutlich verringerte Leakage.

15 Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass die Ringnut durch einen hohlzylinderförmigen Wandabschnitt von der Führungsfläche des Ventilkörpers getrennt ist. Dieser Wandabschnitt unterliegt bei den auftretenden hohen Drücken in der Ringnut einer elastischen Verformung in Richtung der Ventilnadelführung und sorgt auf diese Weise für eine Verringerung der Kraftstoffleckage.  
20

Vorzugsweise weist die Ringnut eine Tiefe auf, die wenigstens einem Fünftel der Führungslänge der Ventilnadelführung entspricht, was den Vorteil eines ausreichend langen Wandabschnittes hat, der in gewünschter Weise elastisch verformt werden kann. Die Ringnut kann jedoch auch wesentlich tiefer ausgebildet sein, bspw. bis zur Hälfte der Führungslänge der Ventilnadelführung.  
25

30 Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung sieht eine hydraulische Verbindung zwischen einem Kraftstoffzulauf eines Druckraums im Ventilkörper und der Ringnut vor, wodurch die Ringnut jederzeit unter dem vollen Hochdruck im Kraftstoffventil steht. Auf diese Weise ist gleichzeitig die Verformung  
35 des Wandabschnittes abhängig vom in der Ringnut herrschenden Kraftstoffdruck. Dies hat den Vorteil, dass die normalerweise bei höherem Druck größer werdende Leakage durch den bei Hoch-

druck gleichzeitig kleiner werdenden Dichtspalt reduziert wird.

Die Ringnut weist bevorzugterweise eine Dicke auf, die wenigstens einem Fünftel des Durchmessers der Führungsfläche entspricht. Vorzugsweise weist zudem der Wandabschnitt zwischen Ventilkörper und Ringnut eine Dicke auf, die ungefähr der Dicke der Ringnut entspricht.

10 Zusammenfassend ergeben sich folgende Aspekte der Erfindung. Der Leckagespalt in der Nadelführung wird von der Ringnut durch den Wandabschnitt getrennt. Die Ringnut ist durch eine Verbindungsnut im Düsenkörper mit der Hochdruckbohrung verbunden. Beim Druckaufbau im Einspritzsystem entsteht auch in  
15 der Ringnut der gleiche hydraulische Druck wie im Druckraum des Injektors. An der Wand der Nadelseite (innere Wand) herrscht nur der Druck der Leckage, der um ein Mehrfaches kleiner ist als der Druck in der Hochdruckbohrung und in der Ringnut. Unter der entstehenden Druckdifferenz wird der Wandabschnitt verformt und der Spalt in der Nadelführung wird auf  
20 ein Minimum reduziert. Da die Leckage durch die Nadelführung der Spaltweite proportional ist, wird sie folglich in gewünschter Weise reduziert.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsformen mit Bezug auf die beiliegenden Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil in schematischer Schnittansicht und

30

Figur 2 eine Draufsicht auf das Kraftstoffeinspritzventil gemäß Figur 1.

35

Figur 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Kraftstoffeinspritzventil in schematischer Schnittansicht. Das Einspritzventil 2 besteht aus einem Ventilkörper 4 und einer Ventilnadel 6, die mit einer Ventilnadelführung 8 in dem Ventilkörper 4 dicht

geführt ist. In einem Sackloch 12 des Ventilkörpers 4 ist eine bzw. sind mehrere Düsenöffnungen 16 vorgesehen. Die Ventilsnadel 6 weist eine Ventilsnadelspitze 7 mit einer Sitzkante 14 und einem Ventilsnadelsitz 18 auf. Dieser Ventilsnadelsitz 18 sitzt auf einem Ventilkörpersitz 20 auf und dichtet somit das Einspritzventil 2 mit den Düsenöffnungen 16 ab.

Der Kraftstoff gelangt über einen Kraftstoffzulauf 26 und einen zwischen der Ventilsnadel 6 und dem Ventilkörper 4 liegenden ringförmigen Druckraum 22 zur Sitzkante 14 und bei angehobener Ventilsnadel 6 entlang des Ringraums 28 zwischen Ventilsnadel 6 und Ventilkörperschaft weiter über das Sackloch 12 und die Düsenöffnungen 16 in den Brennraum der Brennkraftmaschine.

Zwischen einer zylindrisch geformten Ventilsnadelführung 8 im oberen Bereich der Ventilsnadel 6, die gegenüber dem Nadelchaft im Durchmesser vergrößert ist, und einer Führungsfläche 10 im Ventilkörper 4, die eine zylindrische Innenmantelfläche aufweist, befindet sich ein Dichtspalt 11. Durch diesen Dichtspalt 11 nimmt der im Druckraum 22 herrschende Hochdruck gegenüber einem Leckagebereich 36 oberhalb der Ventilsnadel 6 kontinuierlich ab.

Koaxial zur Führungsfläche 10 im Ventilkörper 4 ist eine Ringnut 32 vorgesehen, die einen rechteckförmigen Querschnitt mit einer Tiefe T aufweist. Die Tiefe T der Ringnut 32 beträgt im gezeigten Ausführungsbeispiel ungefähr die Hälfte einer Führungslänge L, welche die Länge der axialen Führung der Ventilsnadel 6 mit ihrer Ventilsnadelführung 8 innerhalb der hohlzylindrisch geformten Führungsfläche charakterisiert. Die Führungslänge L kann typischerweise bei ca. 10 mm liegen, so dass die Tiefe T bei einem Wert von ungefähr 5 mm liegt.

Mindestens jedoch beträgt die Tiefe T ein Fünftel der Führungslänge L der Ventilsnadelführung 8, so dass in diesem Fall die Tiefe T bei einem Wert von ca. 2 mm liegt.

Die Ringnut 32 steht über eine Verbindungsnut 34 mit dem Kraftstoffzulauf 26 in Verbindung, so dass in der Ringnut 32 jederzeit der volle Kraftstoffdruck herrscht. Im oberen Bereich der Ventildadelführung 8 bzw. des Dichtspaltes 11 herrscht dagegen nicht mehr der volle Kraftstoffdruck, so dass der zwischen Ringnut 32 und Führungsfläche 10 vorgesehene hohlzylindrische Wandabschnitt 30 elastisch nach innen in Richtung zur Ventildadelführung 8 verformt wird. Auf diese Weise wird nahe des Leckagebereichs 36 der Dichtspalt 11 verkleinert, was insgesamt die Kraftstoffleckage durch den Dichtspalt 11 reduziert.

Figur 2 zeigt eine Draufsicht auf das Kraftstoffeinspritzventil entsprechend Figur 1. Dabei ist nochmals die kreisringförmige Kontur der Ringnut 32 verdeutlicht. Die Dicke  $D_N$  der Ringnut 32 kann ungefähr einer Dicke  $D_W$  des Wandabschnittes 30 entsprechen. Erkennbar ist in dieser Darstellung auch die Verbindungsnut 34, welche eine hydraulische Verbindung zwischen dem Kraftstoffzulauf 26 und der Ringnut 32 bereitstellt.

Bei einem typischen Durchmesser der Ventildadelführung 8 von 3,0 bis 4,0 mm kann die Dicke  $D_W$  des Wandabschnitts 30 sowie die Dicke  $D_N$  der Ringnut 32 ungefähr bei einem Wert von jeweils ca. 1 mm liegen.

## Patentansprüche

1. Ventil, insbesondere Kraftstoffeinspritzventil für ein Hochdruckspeichereinspritzsystem einer Brennkraftmaschine, das einen Ventilkörper (4) mit einem Ventilkörpersitz (20) und eine in dem Ventilkörper (4) innerhalb einer stationären kreiszylinderförmigen Führungsfläche (10) über eine Führungslänge (L) geführte Ventilnadel (6) mit einem Ventilnadelsitz (18) zur Steuerung einer Düsenöffnung (16) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass im Ventilkörper (4) ein unter Hochdruck stehendes Druckreservoir in Gestalt einer coaxial zur Führungsfläche (10) angeordneten Ringnut (32) vorgesehen ist.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut (32) durch einen hohlzylinderförmigen Wandabschnitt (30) von der Führungsfläche (10) des Ventilkörpers (4) getrennt ist.
3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut (32) eine Tiefe (T) aufweist, die wenigstens einem Fünftel der Führungslänge (L) entspricht.
4. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine hydraulische Verbindung zwischen einem Kraftstoffzulauf (26) eines Druckraums (22) im Ventilkörper (4) und der Ringnut (32) vorgesehen ist.
5. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut (32) eine Dicke ( $D_N$ ) aufweist, die wenigstens einem Fünftel ( $1/5$ ) des Durchmessers der Führungsfläche (10) entspricht.

6. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
der Wandabschnitt (30) zwischen Ventilkörper (4) und  
Ringnut (32) eine Dicke ( $D_W$ ) aufweist, die ungefähr der  
Dicke ( $D_N$ ) der Ringnut (32) entspricht.

$\frac{1}{2}$ 

**FIG 1**

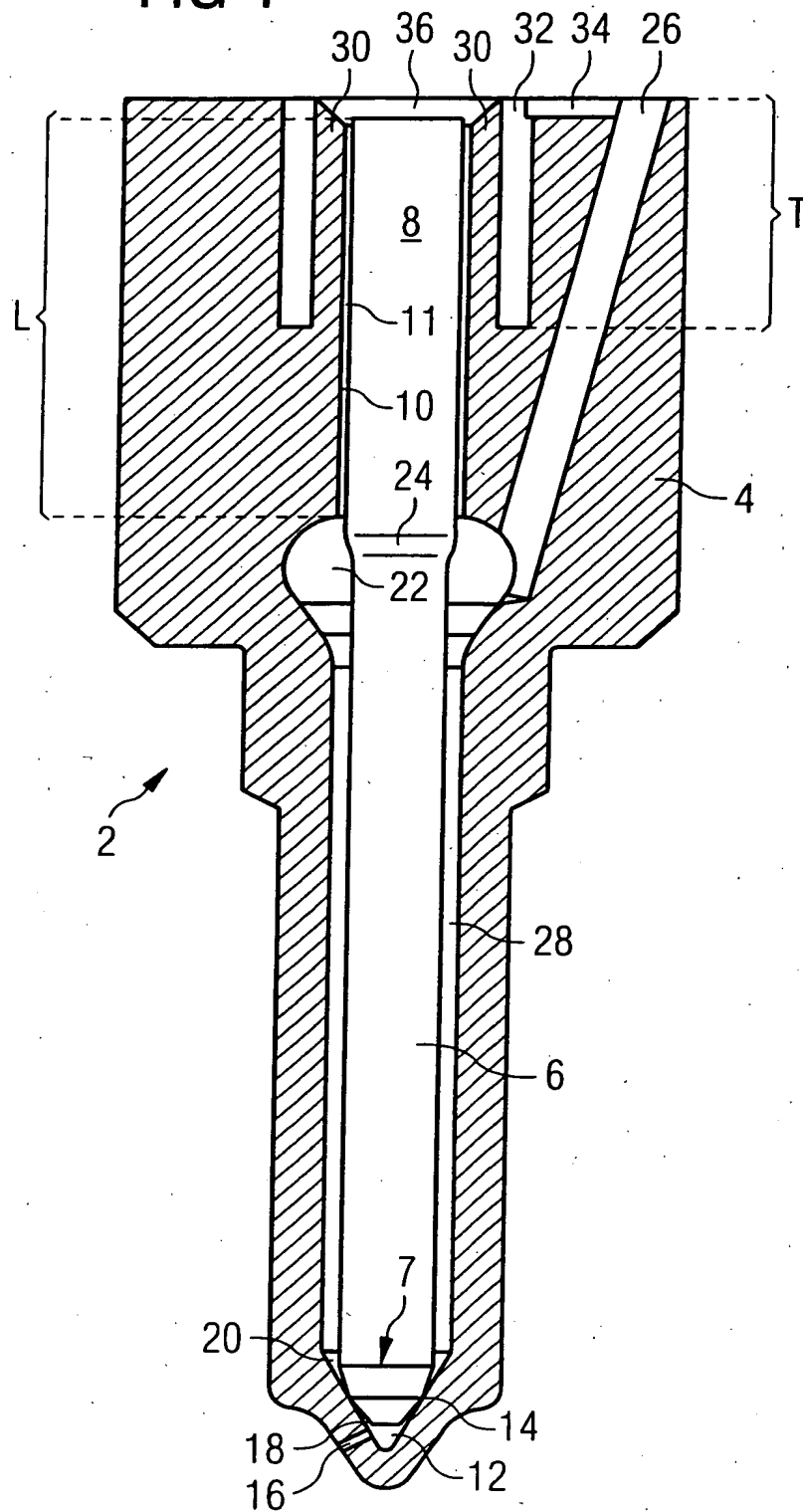


FIG 2

